

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-87675

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>B 08 B 3/12  
G 03 F 1/08  
7/30  
H 01 L 21/304

識別記号

5 0 1  
3 4 1

庁内整理番号

A 7817-3B  
X 7369-2H  
7124-2H  
M 8831-4M

④ 公開 平成4年(1992)3月19日

審査請求 有 請求項の数 5 (全8頁)

⑥ 発明の名称 超音波洗浄装置と被洗浄物保持具

② 特 願 平2-199049

② 出 願 平2(1990)7月30日

⑦ 発 明 者 金 井 貞 夫 東京都西多摩郡瑞穂町大字長岡下師岡186-1 株式会社  
国際電気エルテック内

⑦ 発 明 者 伊 勢 田 洋 治 東京都西多摩郡瑞穂町大字長岡下師岡186-1 株式会社  
国際電気エルテック内

⑦ 発 明 者 羽 田 野 甫 神奈川県藤沢市鶴沼松が岡5-11-16  
⑦ 出 願 人 株式会社国際電気エルテック 東京都西多摩郡瑞穂町大字長岡下師岡186-1

⑦ 出 願 人 羽 田 野 甫 神奈川県藤沢市鶴沼松が岡5-11-16  
⑦ 代 理 人 弁理士 大 塚 学 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

超音波洗浄装置と被洗浄物保持具

## 2. 特許請求の範囲

(1) 薄い板状の被洗浄物と洗浄液とを収容する有底箱型洗浄槽の側面または底面に500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が配置された超音波洗浄装置において、

前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透過率が著しく改善される角度範囲内になるように構成されたことを特徴とする超音波洗浄装置。

(2) 薄い板状の被洗浄物と洗浄液とを収容する有底箱型洗浄槽の側面または底面に500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が配置された超音波洗浄装置において、

前記洗浄槽の前記側面または前記底面の内側に配置される前記超音波振動子が、前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透過率が著しく改善される角度範囲内になるように傾斜して配置されたことを特徴とする超音波洗浄装置。

(3) 薄い板状の被洗浄物と洗浄液とを収容する有底箱型洗浄槽の側面または底面に500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が配置された超音波洗浄装置において、

前記洗浄槽の超音波振動子が密接して配置された前記側面または前記底面が、前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透過率が著しく改善される角度範囲内になるように傾斜して構成されたことを特徴とする超音波洗浄装置。

(4) 方形の底面を有し洗浄液を収容する箱型洗浄槽の側面または底面に500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が密接して配置された超音波洗浄装置によって薄い板状の被洗浄物を洗浄するために、

外形が前記箱型洗浄槽の容積より小さく内側に前記薄い板状の被洗浄物の複数枚を互いに並行して挿抜自在に保持するための溝を有する立方体の枠からなり、

前記内側の溝が、前記被洗浄物を保持したとき前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透過率が著しく改善される角度範囲内になるように構成され、

前記立方体の枠の底部片側に前記被洗浄物の傾斜角を調節するための高さ調節具を備えた超音波洗浄装置用の被洗浄物保持具。

(5) 被洗浄物と洗浄液とを収容する有底箱型洗浄

槽の500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が配置された底面が、前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透過率が著しく改善される角度範囲内になるように傾斜して構成された超音波洗浄装置によって薄い板状の被洗浄物を洗浄するために、

外形が前記箱型洗浄槽の容積より小さく内側の相対する両側に前記薄い板状の被洗浄物の複数枚を互いに並行して挿抜自在に保持するための溝を有し、該溝を有する片側の下方の脚部が長い立方体の枠からなり、

該立方体の枠の底部片側に、前記保持される薄い板状の被洗浄物が水平になるように高さを調節するための高さ調節具を備えた前記超音波洗浄装置用の被洗浄物保持具。

### 3. 発明の詳細な説明

(発明の属する技術分野)

本発明は、超音波洗浄装置と被洗浄物保持具に関し、特に、液晶表示器のガラス基板や半導体製造工程で用いられるガラス製のフォトマスク等薄い板状の被洗浄物の超精密洗浄を行う500kHz以上の超音波による超音波洗浄装置と被洗浄物保持具に関するものである。

(従来技術とその問題点)

液晶表示器のガラス基板やフォトマスクのガラス板は厚さが2～5mm程度であり、0.1μm程度までの微細粒子(異物)を除去する必要がある。これに適した超音波洗浄装置は、波長が短く、また、キャビテーションによる損傷を生じさせないため1MHz程度の周波数が利用されている。即ち、一般の洗浄装置では26kHzが多く20℃の水における波長は約56mmであるが、1MHzでは波長は1.5mmであり、洗浄液中での粒子速度や加速度が大きくキャビテーションの発生もなく微細粒子の洗浄除去に適している。

液晶表示器やフォトマスクのガラス基板等薄い板状の被洗浄物を洗浄する場合、板の表面と裏面を洗浄する必要がある。超音波振動の放射方向が板の面と平行になるようにすると、一度に表裏両面を洗浄することになり複数の板を同時に洗浄することができるが、洗浄効率が悪く長時間かかることが大きい欠点である。

洗浄効率が最も良いのは板の面に対して直角方向から超音波振動を放射する方法である。しかし、この場合超音波振動を受ける面は良好な洗浄が行われるが、反対面は十分な洗浄がなされない。即ち、超音波振動の波長(板内の波長は5～7mm)が板の厚さ(2～5mm)に比べて長い場合、板を透過する超音波エネルギーの透過率は1/4程度であり、受波面が受ける超音波エネルギーの3/4は反射してしまう。そのため受波面の反対側の面の超音波振動の強度が弱く両面の洗浄効果に著しい差を生ずるため表面と裏面とを2度に分けて洗浄しなければならない。従って、洗浄作業に時間と手間がかかりコストダウンする場合の大きな問題点と

なっている。更に、上述の理由から複数の板状被洗浄物を同時に洗浄することはできなかった。

(発明の目的)

本発明の目的は、上述の問題点をすべて解決し、一度で板状被洗浄物の両面を効率良く洗浄し、複数の板状被洗浄物も一度で洗浄することのできる超音波洗浄装置と被洗浄物保持具を提供することにある。

(発明の構成)

本発明の超音波洗浄装置は、薄い板状の被洗浄物と洗浄液とを収容する有底箱型洗浄槽の側面または底面に500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が配置された超音波洗浄装置において、

前記洗浄槽の前記側面または前記底面の内側に配置される超音波振動子または該超音波振動子が密接して配置された前記側面または前記底面が、前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透

過率が著しく改善される角度範囲内になるように構成されたことを特徴とするものである。

また、本発明の被洗浄物保持具は、方形状の底面を有し洗浄液を収容する箱型洗浄槽の側面または底面に500kHz以上の超音波振動を発生する超音波振動子が密接して配置された超音波洗浄装置によって薄い板状の被洗浄物を洗浄するために、外形が箱型洗浄槽の内容積より小さく内側に前記薄い板状の被洗浄物の複数枚を互いに並行して挿抜自在に保持するための溝を有する立方体の枠からなり、該立方体の枠の内側の溝が、前記被洗浄物を保持したとき前記洗浄液内を伝搬する前記超音波振動の伝搬方向が前記被洗浄物に斜めに交叉しかつ該被洗浄物の受波面の法線方向に対する傾斜角が該被洗浄物を透過する前記超音波振動の振動エネルギーの透過率が著しく改善される角度範囲内になるように構成されたことを特徴とするものであり、また、

箱型洗浄槽の超音波振動子が取付けられた底面が傾斜を有する超音波洗浄装置によって薄い板状

の被洗浄物を洗浄するために、外形が箱型洗浄槽の内容積より小さく内側の相対する両側に前記薄い板状の被洗浄物の複数枚を互いに並行して挿抜自在に保持するための溝を有し該溝を有する片側の下方の脚部が長い立方体の枠からなり、該立方体の枠の底部片側に、前記保持される薄い板状の被洗浄物が水平になるように高さを調節するための高さ調節具を備えたことを特徴とするものである。

以下図面により本発明を詳細に説明する。

第1図、第2図は本発明の原理を説明する構造断面図と部分断面図である。

第1図において、1は洗浄槽、2は洗浄液、3は洗浄槽の底部に設けられた超音波振動子である。4は板状の被洗浄物であり、傾斜した状態で保持されており、洗浄液2を振動伝達の媒体かつ洗浄液として振動子3から振動エネルギー $V_1$ が放射される。破線で示した4'は従来の被洗浄物が水平に保持された状態を示している。但し、被洗浄物の保持具は図示を省略した。板状被洗浄物4を透

過して反対側に伝達される振動エネルギーを $V_2$ とすると、振動エネルギーの透過率は $V_2/V_1 \times 100(\%)$ で表すことができる。本発明の原理は、被洗浄物4を従来の4'の水平姿勢ではなく $\theta$ の角度をもたせて4の傾斜姿勢に保持することにある。この $\theta$ は、振動エネルギーが受波面に直角(法線方向)に放射されるときを基準( $\theta = 0$ )として表してあり、これは振動子3の取付けられた底面と相対する板状被洗浄物の面との傾斜角に相当する。

第3図は、本発明の原理を裏付ける特性図であり、入射角(傾斜角) $\theta$ に対する被洗浄物4の透過率の実測値を示す。図において、縦軸の透過率は、被洗浄物4が存在しないときの $V_2 (=V_1)$ の値を例えば水中マイクロホン等で測定した音圧レベルを100%としている。板状被洗浄物4は厚さが3mmであり、振動数は1MHzである。図から明らかなように、従来の $\theta = 0$ のときの透過率は約26%であるのに対して $\theta = 28^\circ$ のときの透過率はほぼ100%に近い値となっている。透過率が100

%に近くなる傾斜角 $\theta$ の値は被洗浄物4の材質によって多少異なるが、どのような材質でもほぼ100%の透過率を示す角度のあることが実験により確かめられた。

以上のような現象についてさらに詳しく述べる。

従来一般の超音波洗浄装置は、超音波振動子の周波数が20~40kHzであり、周波数 $f$ を26kHzとすると洗浄液(例えば水)の中を伝達する縦波(疎密波)の速度 $C$ は1456m/secでありその縦波の波長 $\lambda$ は次式で示されるように約56mmである。

$$\lambda = C / f = 1456(\text{m/sec}) / 26(\text{kHz}) = 56(\text{mm})$$

この場合、板状被洗浄物の肉厚は2~5mm程度であり波長 $\lambda = 56\text{mm}$ に対して無視できる位小さいため洗浄槽の底部の振動子からの振動エネルギーの歪みの大きい疎の部分と密の部分によって被洗浄物に縦波(P波)と横波(S波)の振動が誘起されて振動エネルギーの殆どが被洗浄物の反対側に伝達される。しかし、洗浄対象物のミクロン級の微細な汚れを落とすために周波数を高くして約500kHz~1MHzにすると、洗浄液中の縦波の波

長は約1.4~2.8mmとなり被洗浄物の肉厚と同程度となるため、境界面の影響を大きく受けるようになり縦波や横波の振動が誘起されず実験で求められたように振動エネルギーの70~80%が反射して透過率が著しく低下し約20~30%の振動エネルギーしか反対側に伝達されない。

本発明の原理の詳細を示す第2図において、洗浄槽1の底部と被洗浄物4とは角度 $\theta$ の傾斜で相対している。洗浄液は図示を省略した。矢印は洗浄槽1の駆動面(底面)から洗浄液中を伝達する縦波の方向を示す。被洗浄物4を傾けることにより、 $A_1$ 点から伝達される縦波は距離 $a$ にある被洗浄物4の $A_2$ 点に入射角 $\theta$ で到達し、 $B_1$ 点からの縦波は距離 $b$ にある $B_2$ 点に到達する。角度 $\theta$ を加減して図のように $(b-a)$ が縦波の1波長 $\lambda_1$ となつて被洗浄物4上に誘起する板波の振動の波長 $\lambda_2$ が $A_2$ と $B_2$ との距離に一致したとき、被洗浄物4にLamb波と呼ばれる板波の振動が誘起され振動エネルギーは効率良く反対側へ伝達されることになる。即ち、 $\sin \theta = \lambda_1 / \lambda_2$ と表す

ことができる。このように傾斜角(入射角) $\theta$ を透過率が大きくなる角度に設定すれば被洗浄物4を効率良く振動させることができる。

このLamb波は、板の境界面の存在によって長手方向に導かれる被導波(guided wave)の一種であり、Lamb波(板の波)、Pochhammer-Chree波(棒の波)、Love波(表面層の波)などと呼ばれる板の断面に応じた特別な波である。板を伝搬するような被導波は総称して板波と呼ばれている。

一例として、洗浄液を水(温度20℃)とし周波数=1MHzとすると、水中の音速=1456m/secとなるから洗浄液内の縦波の波長 $\lambda_1$ は次式となる。

$$\lambda_1 = \frac{1456(\text{m/sec})}{1(\text{MHz})} = 1.456(\text{mm})$$

一方、被洗浄物4が厚さ3mmのガラス板の場合、板波の音速は3100m/secとなるので板波の振動の波長 $\lambda_2$ は次式となる。

$$\lambda_2 = \frac{3100(\text{m/sec})}{1(\text{MHz})} = 3.1(\text{mm})$$

従つて、前記の $\sin \theta = \lambda_1 / \lambda_2$ から $\theta$ を求めると、

$$\begin{aligned} \theta &= \sin^{-1}(\lambda_1 / \lambda_2) = \sin^{-1}(1.456/3.1) \\ &= \sin^{-1}0.47 = 28^\circ \end{aligned}$$

となり第3図の実測値と一致する。

次に、本発明の実施例について説明する。

第4図~第8図は本発明の実施例の概略を示す構造図である。

第4図(A)は従来の超音波洗浄槽1に板状の被洗浄物4を複数枚、洗浄液2の中へ底面との角度が $\theta$ になるように浸した状態を示す縦断面図である。第4図(B)は、(A)図の状態を保持するための本発明による板状被洗浄物4の保持具5の第1の実施例を示す斜視図であり、複数の板状被洗浄物4が角度 $\theta$ を保つように斜めに挿抜自在に保持するための溝10が設けられている。角度 $\theta$ は被洗浄物4の材質により超音波振動の透過率がほぼ最大となる角度に設定され、 $\theta$ はその角度 $\theta$ を

微細調整するための調節ねじ足（高さ調節具）である。前述のように被洗浄物4は超音波振動の透過率がほぼ100%に近い角度に保持されるため複数枚の被洗浄物4を同時に、しかも、それぞれの表裏両面が一度に十分な洗浄が行われる。

第5図(A)は本発明による超音波洗浄装置の第1の実施例を示す縦断面図であり、洗浄槽1の振動子が配置される底面が角度 $\theta$ をなしている。

(B)は(A)に示した洗浄槽1の中に被洗浄物4を水平に保つための本発明による保持具7の第2の実施例を示す斜視図であり、洗浄槽1の斜めの底面に設置したとき挿抜自在の複数の被洗浄物4が水平になるように調節ねじ足（高さ調節具）8が設けられている。この保持具7の枠の両側の一方の高さを予め下方に長くしておき、底部のいずれか一方に高さを微細調整するための高さ調節具8を設けてもよい。この高さ調節具8によって洗浄液2中を伝わる超音波振動の伝搬方向が板状被洗浄物4の面の法線方向に対して透過率が最大となる角度 $\theta$ になるようにセットされる。

に分けて洗浄していた枚葉式洗浄方法に代わって本発明により複数枚しかも表裏両面を同時に洗浄することのできるバッチ式洗浄方法が実用されることとなり一挙に洗浄作業能率を向上することができることを明らかにするものである。

次に、ベルトコンベア式の流れ作業によって多数の板状被洗浄物を連続して順次洗浄することのできる本発明の実施例について説明する。

第8図は本発明による流れ作業式超音波洗浄装置の実施例を示す平面図(A)と断面図(B)である。図において、11は洗浄槽であり、洗浄液2は洗浄槽11の内側に設けられた壁12の内部に内部の洗浄液噴出口（図示は省略する）から供給され板状の被洗浄物4の上面を浸して壁12から溢れ出るようになっている。

被洗浄物4は2段に設けられたシャフト13に固定されたローラ14によって上下から挟まれ、シャフト13の両端に固定された回転用ローラ15が外部よりベルトで駆動される（図示は省略した）ことにより矢印aの方向に洗浄されながら移動する。

第6図は本発明による超音波洗浄装置の第2の実施例を示す平面図であり、洗浄槽1の振動子3を固定する側面が角度 $\theta$ となるような傾斜を有している。複数の板状被洗浄物4は従来のウエハキャリア型の保持具（図示は省略）で保持される。

第7図(A)は従来の方形状底面を有する箱型洗浄槽1の1つの側面に振動子3が固定されている超音波洗浄装置の平面図であり、洗浄槽1内に複数の板状被洗浄物4を内壁面に対して斜めに保持した状態を示している。(B)図は複数の板状被洗浄物4を(A)図の状態に保持するための本発明の保持具9の第3の実施例を示す斜視図である。

この保持具9はその周辺が洗浄槽1の内壁に沿ったように入れたとき複数の板状被洗浄物4の洗浄面の法線方向と洗浄液2を伝わる超音波振動の方向とが所定の角度 $\theta$ になるように溝10により挿抜自在に保持される。

以上述べた第4図～第7図までの実施例は、いづれも従来被洗浄物を1枚ずつ表面と裏面を2回

洗浄槽11の底面には投げ込み式の超音波振動子3が前述の所定の角度 $\theta$ で配置されている。16は角度 $\theta$ を調節するための足部である。振動子3を振動させるための駆動電源と接続コードは図示を省略した。この実施例の図は洗浄槽11を1つだけ示してあるが、実際には被洗浄物4の進行方向（矢印a）に複数台連設して複数回の洗浄を行うことにより洗浄効果を上げている。被洗浄物4を挿入したり洗浄後取り出したりする両端の洗浄槽のシャフト13は挿入、取り出しが容易なように進行方向に沿って上へ傾斜をもたせている。

（発明の効果）

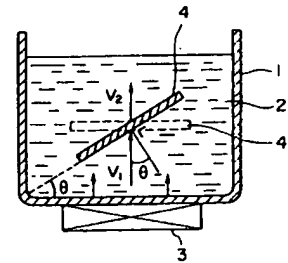
以上詳細に説明したように、本発明を実施することにより、液晶表示器のガラス基板や半導体製造工程で用いられるフォトマスクなどの薄い板状の被洗浄物を複数枚しかも表裏両面を同時に超精密洗浄することができるので洗浄作業効果の向上、コストダウンに極めて大きい効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

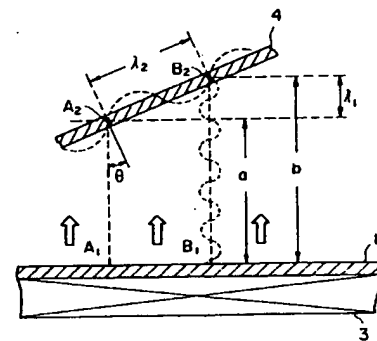
第1図は本発明の原理の概要を示す断面図、第2図は本発明の原理の詳細を説明する部分断面図、第3図は本発明の原理を証明する特性図、第4図(A)は本発明の洗浄状態を示す断面図、(B)はその状態を保持する保持具の第1の実施例を示す斜視図、第5図(A)は本発明の超音波洗浄装置の第1の実施例を示す断面図、(B)はその保持具の第2の実施例を示す斜視図、第6図は本発明の超音波洗浄装置の第2の実施例を示す平面図、第7図(A)は本発明の洗浄状態を示す平面図、(B)はその保持具の第3の実施例を示す斜視図、第8図は本発明の超音波洗浄装置の第3の実施例を示す平面図と断面図である。

1, 11…洗浄槽、2…洗浄液、3…超音波振動子、4…被洗浄物、5, 7, 9…保持具、6, 8, 16…高さ調節具、10…溝、12…壁、13…シャフト、14, 15…ローラ。

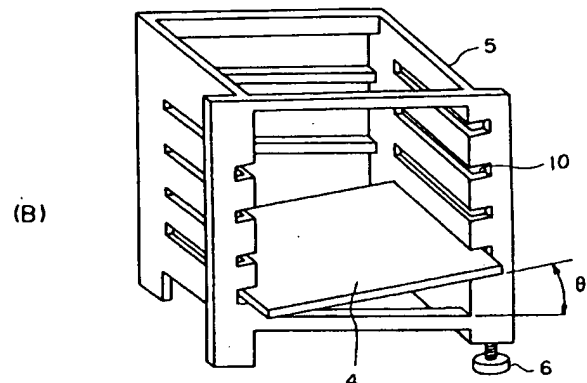
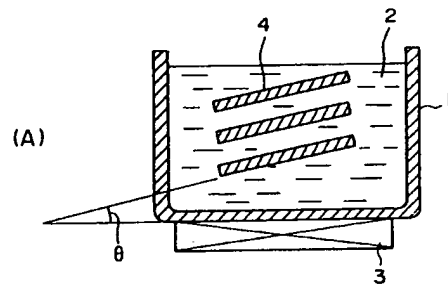
第1図



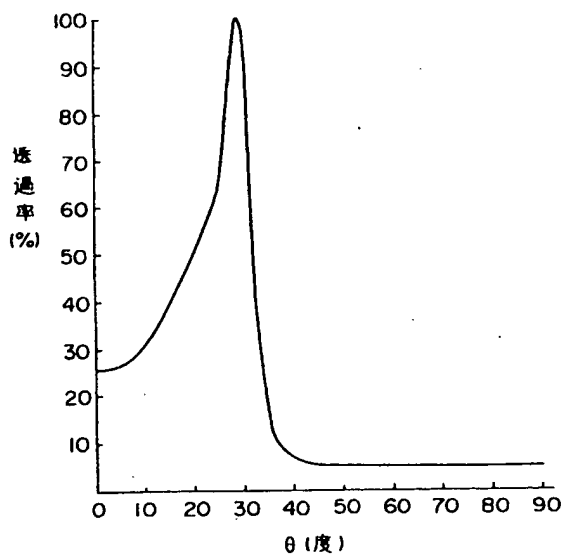
第2図



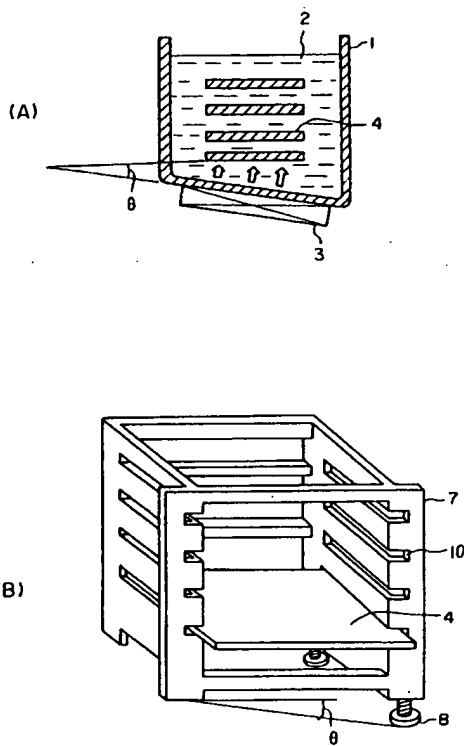
第4図



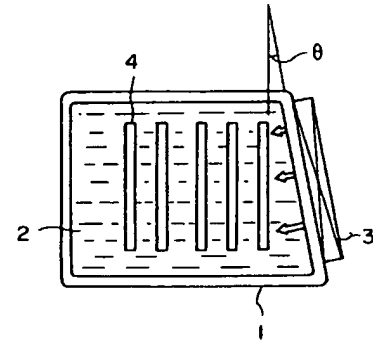
第3図



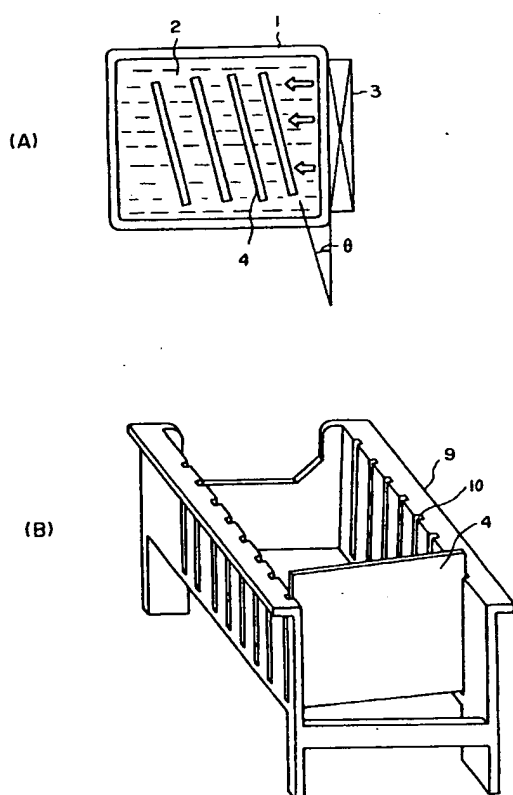
第5図



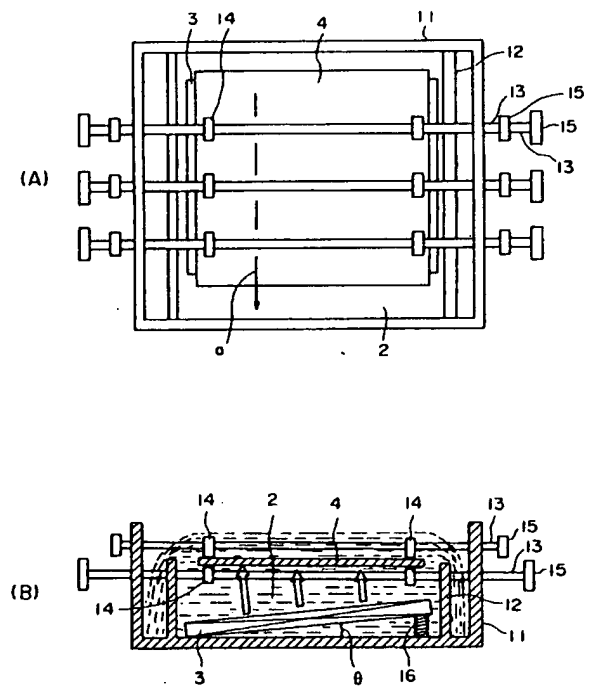
第6図



第7図



第8図



手続補正書(自発)

平成3年1月16日

特許庁長官 植松 敏 殿

1. 事件の表示

特願平2-199049号

2. 発明の名称

超音波洗浄装置と被洗浄物保持具

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

株式会社 国際電気エルテック

4. 代理人

東京都新宿区西新宿1-15-13

胖ビル内

(6925)弁理士 大塚 学



5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄



6. 補正の内容

- (1) 第6頁第6行「できるが、」と「洗浄効率」との間に「超音波エネルギーを受ける面積が小さいため」を挿入する。
- (2) 同頁第9行の「から」を「に」に訂正する。
- (3) 同頁第13行の「長い」を「十分長くない」に訂正する。
- (4) 第11頁第18行の「ミクロン」を「サブミクロン」に訂正する。
- (5) 同頁第20行の「1 MHz」を「2 MHz」に訂正する。
- (6) 第12頁第1行の「1.4」を「0.7」に訂正する。
- (7) 同頁第1行～第2行の「と同程度となる」を「に比べて十分長くない」に訂正する。